



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑳ Aktenzeichen: P 35 43 492.9
㉔ Anmeldetag: 9. 12. 85
㉕ Offenlegungstag: 11. 6. 87

Deutsches Patentamt

DE 3543492 A1

㉚ Anmelder:
Teinzer, Harald, 8000 München, DE

㉛ Erfinder:
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Elektromagnetische Stoßdämpfung, Verfahren und Vorrichtung

Die kinetische Energie mechanischer Schwingungen wird in elektrische Energie umgewandelt, die einem Verbraucher zugeleitet wird.

Die Schwingungen werden hierbei auf einen Permanentmagneten (Stabmagneten) (3) übertragen, der sich in der Mitte eines ferromagnetischen Ring-Topf-Kerns (7) axial beweglich (2) befindet.

Durch die Bewegung des Magneten (3) wird eine EMK (Elektro-Motorische-Kraft) in eine Spule (6) innerhalb des Ring-Topf-Kerns (7) induziert, die bei geschlossenem Stromkreis einen Strom erzeugt, der ein magnetisches Gegenfeld aufbaut und die Bewegung des Magneten (3) dämpft.

Die Größe und Charakteristik der Dämpfung wird über eine Stromsteuerung mit Hilfe einer Steuereinheit (11) oder durch eine Polschuhformgebung (9) bewirkt.

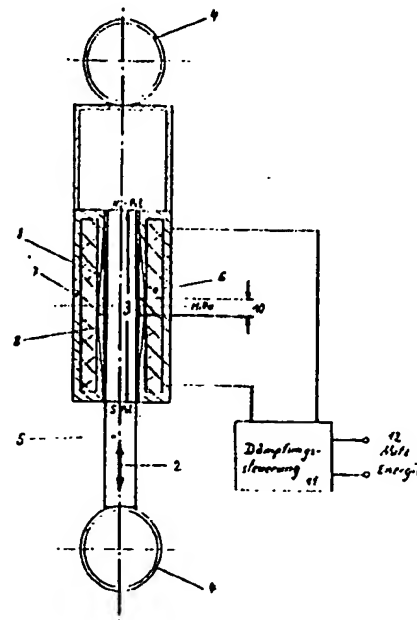


Fig. 4

DE 3543492 A1

Patentansprüche

1. Verfahren zur elektromagnetischen Dämpfung von mechanischen Schwingungen, dadurch gekennzeichnet, daß die Schwingungen auf einen Permanentmagneten übertragen werden und daß dadurch in einer Spule eine elektromotorische Kraft (EMK) induziert wird, die bei einem geschlossenen Stromkreis einen Stromfluß bewirkt, der ein magnetisches Gegenfeld aufbaut, das die Bewegung des Permanentmagneten dämpft.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, die elektromagnetische Dämpfung durch Änderung der Größe des in der Spule fließenden Stroms gesteuert wird.
3. Vorrichtung zur Anwendung des Verfahrens nach Anspruch 1 oder nach Anspruch 2 zur Dämpfung von mechanischen Schwingungen zweier zueinander beweglichen Befestigungen (4), wobei zwischen den beiden Befestigungen ein elektromagnetisches Dämpfungsglied (1) angeordnet ist, dadurch gekennzeichnet, daß das Dämpfungsglied (1) aus einem an der einen Befestigung (4) über ein paramagnetisches Zwischenstück (5) befestigten Permanentmagneten (3) und einem an der anderen Befestigung (4) angebrachten, eine Spule (6) umfassenden ferromagnetischen Kern (7) besteht, wobei der Magnet (3) gegenüber dem Kern (7) und der Spule in Nord-Süd-Richtung (axial) (2) beweglich ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der die Spule (6) umfassende ferromagnetische Kern (7) als Ring-Topf-Kern ausgebildet ist, wobei seine den Permanentmagneten (3) fast berührende Innenwand (die Polschuhe) (8) senkrecht zur Nord-Süd-Achse (2) in der Mitte durch einen paramagnetischen Spalt (10) geteilt ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Polschuhe (8) axial zur Mitte des Ring-Topf-Kerns (7) hin aufgeweitet sind.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufweitung (9) konisch ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Aufweitung (9) eiförmig ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Permanentmagnet (3) aus einem ultrahochmagnetischen Werkstoff (Energieprodukt ≥ 500 Teslar* KA/m) besteht.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule (6) als Kurzschlußbringspule ausgebildet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der aufgrund der induzierten Spannung (EMK) fließende Strom gesteuert zu einem externen Verbraucher (12) geführt wird.
11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (11) des Stroms durch eine getaktete Steuerspannung mit variablem Puls-Pausen-Verhältnis erfolgt, wobei das Puls-Pausen-Verhältnis den Strommittelwert bestimmt.
12. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß über die Vorrichtung zur Steuerung (11) des Stroms Nutzenergie (12) entnehmbar ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 12,

dadurch gekennzeichnet, daß mehrere Elektro-Magnetische-Dämpfungsglieder (1) in einer Reihe, in einer Fläche oder in einem Raum angeordnet sind.

Beschreibung

Stand der Technik

Die elektromagnetische Stoßdämpfung ist aus den Druckschriften DE-GM 71 22 771, DE 33 06 180 A 1 und US-PS 39 41 402 bekannt.

Die erste Druckschrift zeigt eine Stoßdämpfung, die nur auf den Abstoßungen zweier entgegengesetzt gerichteter Magnetfelder beruht. Die Erzeugung der Magnetfelder wird durch fremdversorgte Elektromagnete bewirkt.

Die zweite Druckschrift beschreibt eine Anordnung bei der sich zwei zueinander entgegengesetzt gerichtete Dauermagnete zwischen zwei Elektromagneten hin und her bewegen. Nach der dritten Schrift wird der Magnetismus des 2. Magneten über eine Energie-Fremd-Versorgung aufgebaut.

Alle diese Anordnungen benötigen eine Energie-Fremd-Versorgung. Eine Steuerung der Dämpfung ist nicht vorgesehen.

2. Aufgabe und Lösung

Es ist Aufgabe der Erfindung, die mechanischen Schwingungen über den Verbrauch der induktiv erzeugten elektrischen Energie zu dämpfen. Gelöst wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale der Patentansprüche 1 und 3. Die übrigen Patentansprüche haben erfinderische Ausgestaltungen zum Inhalt.

3. Allgemeine Beschreibung

Elektromagnetische Stoßdämpfer sollen ähnlich den bekannten hydraulischen oder pneumatischen Stoßdämpfern mechanische Schwingungen dämpfen.

Hierbei wird die kinetische Energie in elektrische Energie umgesetzt. Durch Verbrauch bzw. Umsetzung in Wärme der elektrischen Energie erfolgt eine Dämpfung der mechanischen Schwingung.

Die Umsetzung der kinetischen Energie in elektrische Energie erfolgt nach dem Prinzip der elektromagnetischen Induktion. Die kinetische Energie wird hierbei einem Permanentmagneten zugeführt, der sich in der Mitte eines ferromagnetischen Kerns befindet.

Innerhalb des Kerns befindet sich noch eine Spule in die eine (EMK) Elektro-Motorische-Kraft induziert wird, wenn das magnetische Feld, daß die Spule umschließt, sich ändert.

Durch Bewegung des Magneten in seiner Längsachse entsteht eine magnetische Flußänderung und in der Spule wird eine EMK induziert. Bei Verbrauch der elektrischen Energie wird durch den fließenden Strom in der Spule ein magnetisches Gegenfeld aufgebaut, das die Bewegung des Magneten dämpft.

Der Magnet, der das magnetische Feld erzeugt ist als Stabmagnet so ausgebildet, daß sein Nord- und Südpol mit dem oberen und unteren Ende des Ring-Topf-Kerns abschließen, wenn keine Kraft auf den Stoßdämpfer ausgeübt wird.

Die zum Stabmagneten die Schwingungsenergie übertragende Stange ist aus paramagnetischem Material.

Im unbelasteten Zustand bildet der Stabmagnet über die an ihm anliegenden Polschuhe und den Ring-Topf-Kern den maximalen magnetischen Fluß. Durch Bewegung des Stabmagneten in Richtung Nord- oder Südpol (Schwingungsrichtung) ändert sich der magnetische Fluß und eine EMK wird in die Spule induziert.

Die Polschuhe sind so ausgebildet, daß bei einer Bewegung des Nord- oder Südpols des Stabmagneten zur Mitte des Ring-Topf-Kerns hin, der magnetische Fluß stetig abnimmt. Dies wird erreicht durch eine Aufweitung der Polschuhe zur Ringkernmitte hin. Durch die Formgebung der Aufweitung der Polschuhe z.B. konisch, eiförmig, können verschiedene gewünschte Flußänderungen und somit Dämpfungs-Charakteristiken erreicht werden.

Die Polschuhe für Nord- und Südpol sind in der Mitte durch einen Spalt bzw. paramagnetischen Raum getrennt.

Die erreichten Dämpfungscharakteristiken durch die Polschuhformgebung sind eine Funktion des Weges, den der Stabmagnet innerhalb des Ring-Topf-Kerns zurücklegt.

Der Dämpfungsweg ist ca. die halbe Höhe des Ring-Topf-Kerns. Für eine lineare Dämpfungscharakteristik sind die Polschuhe so ausgebildet, daß der magnetische Fluß bei einer Bewegung der Magnetpole zur Mitte des Ring-Topf-Kerns hin linear abnimmt. Die dämpfende Kraft ist proportional der magnetischen Flußänderung ($d\phi/dt$), sie steigt mit der Geschwindigkeit des Stabmagneten. Voraussetzung hierzu ist, daß der Spulenstromkreis für den Aufbau eines magnetischen Gegenfeldes geschlossen ist.

Im einfachsten Fall ist die Spule als Kurzschlußring ausgebildet. In diesem Fall entsteht das maximale Gegenfeld und somit die maximale Dämpfung. Die elektrische Energie wird hierbei im Kurzschlußring durch den fließenden Strom in Wärme umgesetzt.

Durch Anschluß der Spule im Ring-Topf-Kern an eine Dämpfungssteuerung kann die Dämpfungs-Charakteristik des Stoßdämpfers gesteuert werden.

Die Dämpfungssteuerung beinhaltet hierbei eine Stromsteuerung, da die Dämpfung proportional dem Strom in der Spule ist. Durch diese Dämpfungssteuerung ist es somit möglich die Größe der Dämpfung in Abhängigkeit von der Schwingungsfrequenz zu steuern, was von besonderer Bedeutung für die Dämpfung von Resonanzen ist.

Die Stromsteuerung für die Dämpfung erfolgt zweckmäßigerweise mit einer getakteten Steuerspannung. Wobei das Puls-Pausenverhältnis der Taktfrequenz den Strommittelwert für die Dämpfung bestimmt.

Diese Form der Steuerung ist besonders verlustleistungsarm, was einer möglichen weiteren Nutzung der elektrischen Energie zu Gute kommt.

Bei Nutzung der durch die Dämpfungssteuerung abgeführten Energie wird diese von einem externen Nutzenergieverbraucher übernommen.

Zur Verstärkung der Dämpfung und zur Verlängerung des axialen Dämpfungswegs können mehrere Ring-Topf-Kerne miteinander kombiniert werden.

4. Anwendungsgebiete

Als Anwendungsgebiete der Erfindung ist folgendes vorgesehen:

Die elektromagnetische Stoßdämpfung ist in erster Linie bei Fahrwerken beispielsweise von Land- und Luftfahrzeugen einsetzbar. Bei Radaufhängungen, Ku-

fen und Gleitern sind die konventionellen Stoßdämpfer durch die Erfindung ersetzbar. Ein weiteres Einsatzgebiet ist die Schwingungsdämpfung und Lagerung von schweren Antrieben und Maschinen. Es ist hierbei an die Dämpfung von Motoraufhängungen von Kraft- und Arbeitsmaschinen gedacht.

Als besondere Einsatzgebiete sind solche zu betrachten, die speziell nur bei bestimmten Frequenzen (z.B. Resonanzfrequenzen) eine definierte Dämpfung benötigen.

Es lassen sich also mit der Erfindung für mechanische Schwingungen z.B. Tiefpaß-Hochpaß- und Kerbfilter realisieren.

In der Abbildung zeigen die

Fig. 1 die Dämpfungsanordnung,

Fig. 2 die Magnetfeldlinien bei der Dämpfungsanordnung in der einen Endlage des Permanentmagneten (Ruhelage ohne Krafteinwirkung),

Fig. 3 die Magnetfeldlinien bei der Dämpfungsanordnung in der anderen voll ausgefahrenen Endlage des Permanentmagneten und

Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel für die Dämpfung von Fahrwerken.

Fig. 1 zeigt eine Vorrichtung zur prinzipiellen Anwendung der Erfindung als Stoßdämpfer (1).

Dabei wird die mechanische Schwingung (2) vom Permanentmagneten (3) gegenüber dem Ring-Topf-Kern gedämpft.

Wird keine Kraft auf den Stoßdämpfer (1) ausgeübt, so befindet sich der Permanentmagnet (3) sich gegenüber dem Ring-Topf-Kern (7) in der Lage (Fig. 2), in der der max. magnetische Fluß über den Stabmagneten (3) und den Ring-Topf-Kern (7) ausgebildet ist.

Diese Lage mit maximalem magnetischen Fluß versucht der Stabmagnet (3) durch seine permanentmagnetische Kraft immer zu erreichen. Wird eine Zugkraft über das paramagnetische Zwischenstück (5) auf den Stabmagneten (3) ausgeübt, so bewegt sich dieser aus dem Ring-Topf-Kern (7) heraus (Fig. 3).

Durch diese Lageveränderung wird in Verbindung mit der Polschuhformgebung (9) der Widerstand für den magnetischen Fluß erhöht, wodurch der die Spule (6) umschließende magnetische Fluß verringert wird. Diese Flußänderung bewirkt den Aufbau einer EMK in der Spule (6). Durch diese EMK kommt bei geschlossenem Stromkreis über einen Verbraucher ein Stromfluß zustande, der in der Spule ein magnetisches Kraftfeld aufbaut, das dem Kraftfeld des Permanentmagneten entgegengerichtet ist. Die Bewegung des Permanentmagneten (3) wird dadurch gedämpft.

Da die dämpfende Gegenkraft proportional der Flußänderung ($d\phi/dt$) ist steigt die Kraft mit der Relativgeschwindigkeit des Permanentmagneten (3) zum Ring-Topf-Kern (7). Sind die Polschuhe (8) so ausgelegt, daß der die Spule (6) umschließende magnetische Fluß bis zum Erreichen der Lage nach (Fig. 3) linear abnimmt, so entsteht über den gesamten Dämpfungsweg eine Gegenkraft die proportional der Geschwindigkeit (ds/dt) ist.

Diese Dämpfungscharakteristik ist meistens bei Fahrwerksdämpfungen gewünscht oder erforderlich.

Da die Dämpfungskräfte auch direkt proportional zum Stromfluß in der Spule (6) sind, können diese relativ einfach über eine Stromsteuerung (11) geregelt werden.

Kommt es zu keinem Stromfluß in der Spule (6), so wirken lediglich die nahezu ungedämpften Rückstellkräfte des Permanentmagneten (3) bis die Endlage nach Fig. 2 erreicht ist.

In Fig. 4 ist die typische Dämpfungsanordnung (1) mit den Befestigungen (41) an den beiden gegeneinander abgefederten Halterungen des Fahrwerks eines Kraftfahrzeugs dargestellt. Die beiden Enden (ohne Bezugszeichen) der Spule sind der Dämpfungssteuerung (11) 5 zugeführt. Dort könnte elektrische Nutzenergie (12) entnommen werden.

In einem weiteren Ausführungsbeispiel wird der häufigen Forderung bei Fahrwerksdämpfungen, nämlich, daß die Zugstufe des Stoßdämpfers stärker als die Druckstufe wirken soll Rechnung getragen. Dies wird durch unterschiedliche Polschuhformgebung (9) und durch eine Stromsteuerung mit der Dämpfungssteuerung (11) erreicht.

Bezugszeichenliste

- 1 Dämpfungsanordnung Stoßdämpfer
- 2 Schwingrichtung, axial, Nord-Südrichtung
- 3 Permanentmagnet, Stabmagnet
- 4 Befestigungen
- 5 paramagnetisches Zwischenstück
- 6 Spule
- 7 Ferromagnetischer Kern; Ring-Topf-Kern
- 8 Polschuhe
- 9 Polschuhformgebung, Polschuhauflaufweite
- 10 Spalt, paramagnetisch
- 11 Steuereinheit, Dämpfungssteuerung
- 12 Nutzenergieentnahme

15

20

25

30

35

40

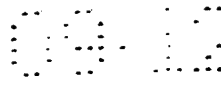
45

50

55

60

65



Nummer: 35 43 492
Int. Cl.⁴: F 16 F 15/03
Anmeldetag: 9. Dezember 1985
Offenlegungstag: 11. Juni 1987

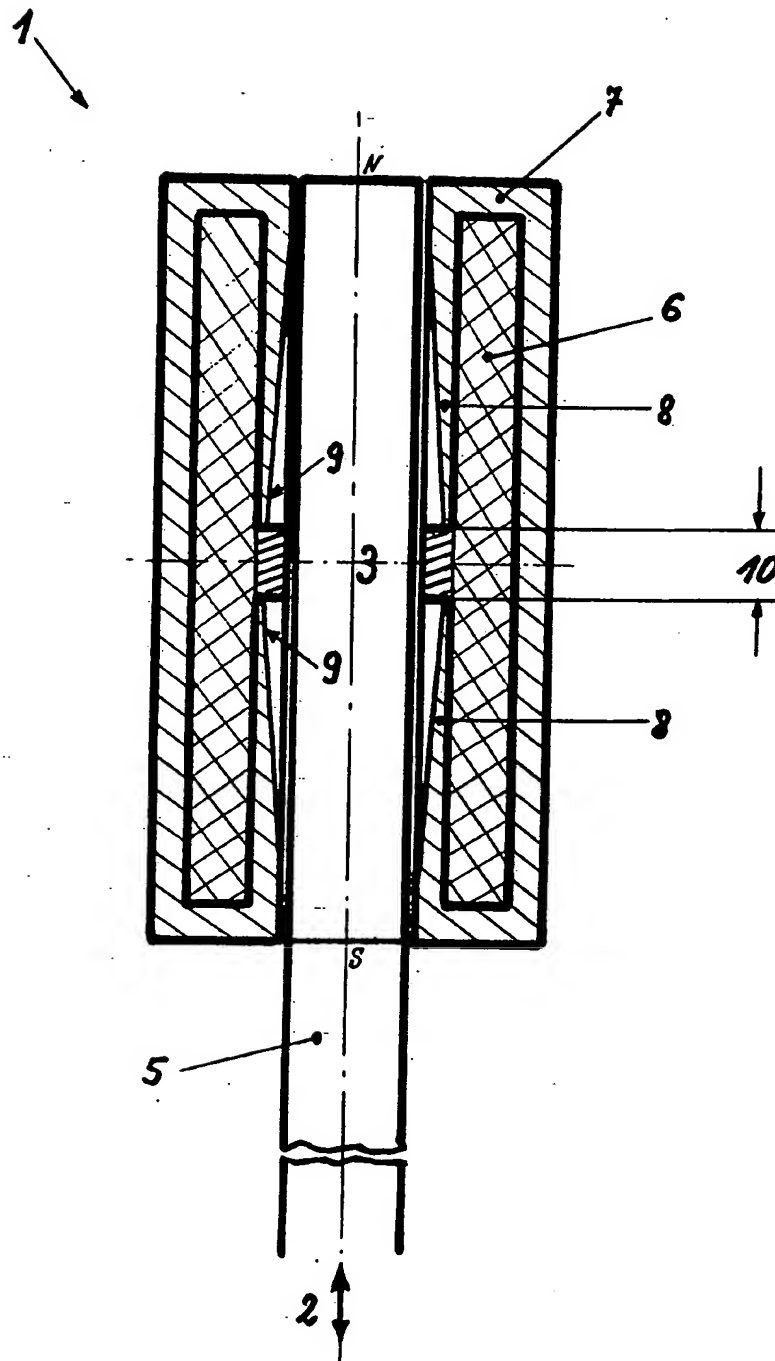


Fig. 1

00-2-85

2543492

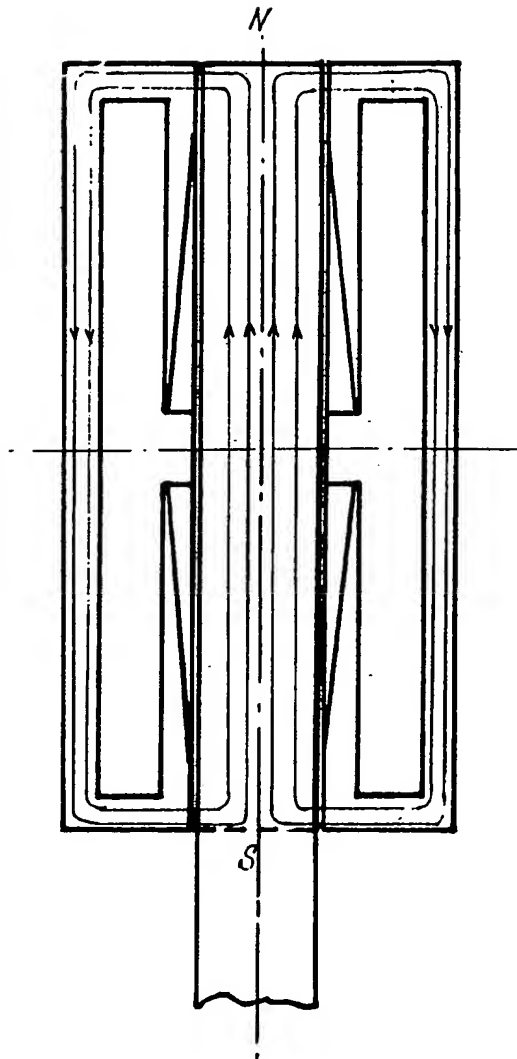


Fig. 2

ORIGINAL INSPECTED

09-12-85

3543492

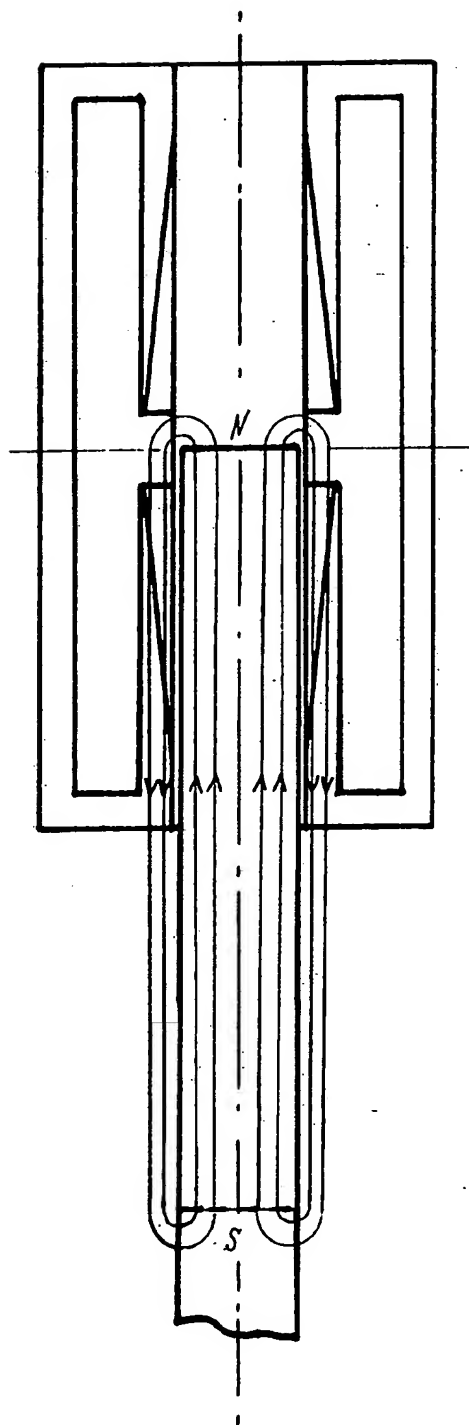


Fig. 3

ORIGINAL INSPECTED

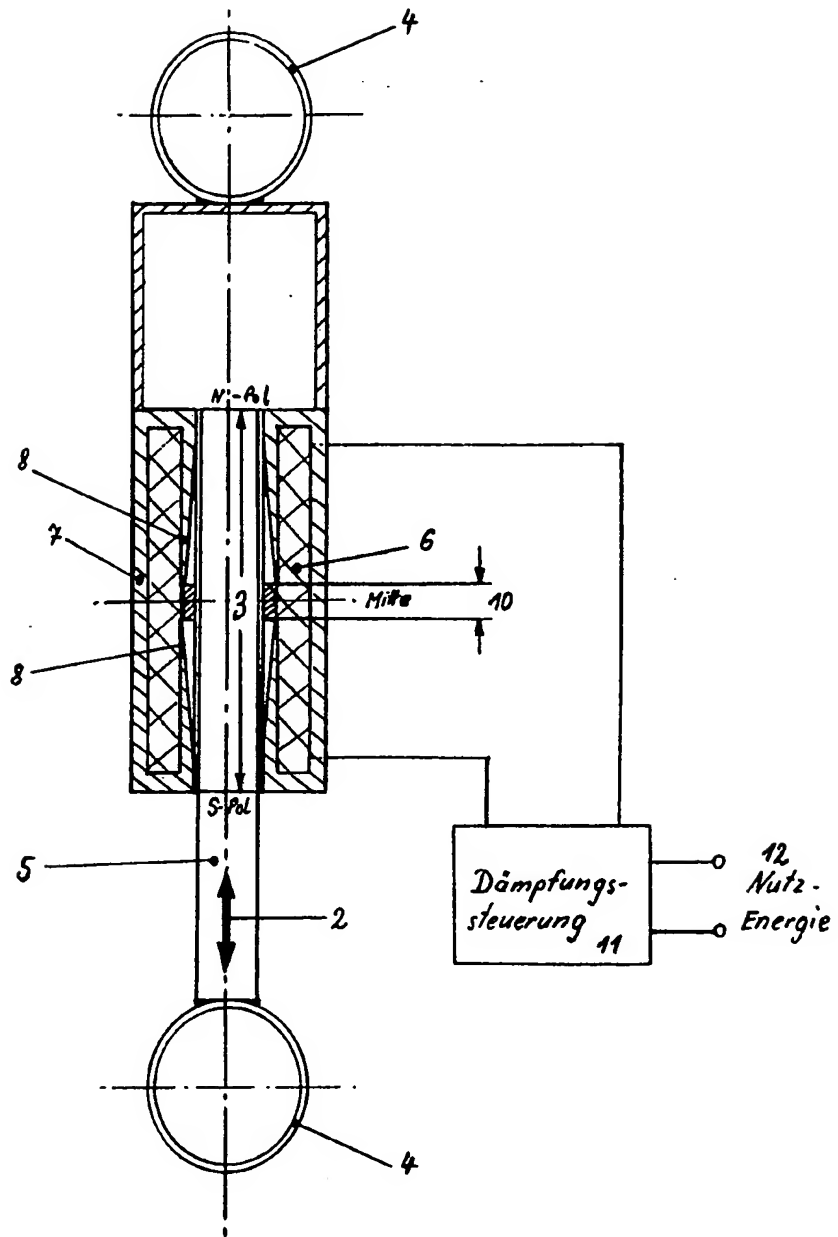


Fig. 4